

Möglichkeiten zur Emissionsvermeidung und -verminderung

Jochen Hahne, Karl-Heinz Krause, Axel Munack, Klaus-Dieter Vorlop,
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Agrartechnologie und Biosystem-
technik, Braunschweig

Kurzfassung

Die Tierproduktion belastet die Umwelt mit Geruch, Ammoniak, Staub, Keimen und Aerosolen. Emissionsmindernde Maßnahmen sind daher unbestreitbar erforderlich, obschon die Datenerhebung einer Aufarbeitung bedarf. Gleichwohl wird in der Geflügelproduktion durch die Genehmigungsbehörden vorrangig auf Abluftreinigung gesetzt. Die Zeitreihenmessungen in den Ställen lassen kaum kausalanalytische Zusammenhänge beim Emissionsgebaren erkennen. Mit dem Programm DEMAP lassen sich wenigstens die Größenordnungen der Einflussgrößen feststellen, was mit der bloßen Abschätzung der Emissionsfaktoren nach VDI 3894 nicht möglich ist. Hier ist die Landwirtschaft aufgerufen, mit modernen Analyseverfahren Zielfunktionen zur Emissionsminderung und den Einsatz von Filtertechniken auch in Hinblick auf die Verbesserung der Tiergesundheit zu erarbeiten.

Schlüsselwörter

Geflügelhaltung, Ammoniak, Partikel, Emissionsminderung

Possibilities for emission prevention and reduction

Jochen Hahne, Karl-Heinz Krause, Axel Munack, Klaus-Dieter Vorlop,
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institute of Agricultural Technology and
Biosystems Engineering, Braunschweig

Abstract

The animal production stresses the environment with odor, ammonia, particulate matter, germs and aerosols. Therefore the demand of emission reduction is incontestable, although the available data needs further recondition. Nevertheless approving authorities preferentially focus on exhaust air treatment in poultry production. Time course measurements in stables hardly reveal causally determined correlations in view of emission behavior. At least the dimensions of influences can be assessed with the software "DEMAP". This is not possible with a bare estimation of emission factors on basis of the VDI 3894. With modern analytical methods agriculture is called in this regard to develop target functions for emission reduction and the use of filter techniques, also in terms of an improvement of animal welfare.

Keywords

Poultry keeping, ammonia, particulate matter, emission reduction

Nationale Emissionen aus der Geflügelhaltung im Hinblick auf Ammoniak und Partikel

Die Landwirtschaft verursacht etwa 95 % der nationalen Ammoniak-Emissionen. Dabei sollte man nicht ganz übersehen, dass weder die Datenbasis noch die daraus entwickelten Hochrechnungen als evident zu bezeichnen sind, wenn trotz des Gesetzes über den kostenfreien Zugang zu staatlichen Umweltdaten mit verschlüsselten Daten auf Kreisebene gerechnet wird. Das soll auch nicht bedeuten, dass die Emissionen aus der Landwirtschaft zu verharmlosen sind. Im Gegenteil – die umweltseitigen Auswirkungen sind nicht zu leugnen. Vielmehr soll diese Betrachtungsweise Anstoß geben, aus der Datenerhebung Zielfunktionen zu entwickeln, aus denen sich für die weiteren Vorgehensweisen auf dem Geflügelhaltungssektor Maßnahmen zur Umweltentlastung ableiten lassen.

Seit 2006 sind die Emissionen wieder steigend. Eine Ursache hierfür ist in dem massiven Ausbau der Geflügelhaltung in Deutschland zu sehen. Die Geflügelhaltung in Deutschland ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes [2] ist die Geflügelfleischerzeugung von 822.717 t (2001) auf 1.379.701 t (2010) (+68 %) gestiegen. Der Bestand an Masthähnchen nahm in der Zeit von 2007 bis 2010 um 14 % auf mehr als 67.530.000 Tiere zu. Auch die Zahl der Legehennen ist seit 2009 nach dem zwischenzeitlichen Einbruch wegen des Verbotes der Käfighaltung wieder um 27 % auf 34 Mio. Tiere gestiegen. Der Verbrauch an Geflügelfleisch hat seit 1950 von 1,2 kg je Kopf und Jahr bis 2007/2008 auf 18,8 kg je Kopf und Jahr (+1.567 %) zugenommen [4]. Die Ammoniakemissionen aus der Geflügelhaltung wurden für 2010 auf 68,55 Gg geschätzt [5]. Aufgrund der aktuellen Entwicklung werden die Ammoniakemissionen aus der Geflügelwirtschaft ohne weitergehende Anstrengungen zur Emissionsminderung weiter auf 80,89 Gg/a im Jahr 2020 klettern. Die Emission an Feinstäuben (PM₁₀ und PM_{2,5}) in Deutschland ist im Jahr 2009, verglichen mit dem Bezugsjahr 1990, um 38,4 bzw. 44,5 % zurückgegangen [1]. Der Anteil der Landwirtschaft wird mit ca. 21 % bzw. 6 % angegeben. Während der PM₁₀-Anteil aus der Geflügelhaltung für 2010 auf ca. 6 Gg/a geschätzt wurde, dürfte dieser bis 2020 auf 7,9 Gg/a steigen.

Zur Verlässlichkeit der Daten

Angesichts des Ausmaßes der Umweltbelastungen kommt es auf die Genauigkeit der Daten gar nicht mehr an, sondern Handeln ist angesagt. Selbstheilungskräfte im Bereich der Geflügelwirtschaft werden sich nicht durchsetzen, verfolgt man die dargelegten Zahlen aus der Vergangenheit. Man kann nur feststellen, dass auf diesem Sektor vermehrte Anstrengungen und politische Entscheidungen herbeizuführen sind. Diese Argumentation ist einfach und nachvollziehbar. Entscheidungen beziehen sich dabei auf die Emissionswerte C_0 und auch auf die zulässigen Grenzwerte auf der Immissionsseite C_{zul} .

Jegliche Immissionskonzentration C bestimmt sich aus der Ausgangskonzentration C_0 und der Verdünnung $D(U)$ der Stofffreisetzung im atmosphärischen Wind U :

$$C = C_0 \cdot D$$

Bezieht man die zulässige Grenzwertkonzentration C_{zul} auf die Ausgangskonzentration C_0 , dann folgt

$$\frac{C_{\text{zul}}}{C_0} = D_{\text{zul}}$$

Die Genehmigungsfähigkeit einer Tierhaltung richtet sich nun danach, für welchen freigesetzten Stoff die Grenzdilution an welchem Immissionsort unter Beachtung der meteorologischen Windverteilung als letzte unterschritten wird, ob nun durch Geruch, Ammoniak, Staub, Keime, Bioaerosole etc. sei dahingestellt. Da die Ausbreitung der luftgetragenen Stoffe gleich ist, kann man das Umgebungsfeld einer Tierhaltung mit den Isolinien der Dilution D bestimmen; D kann dabei von $D = 1$ (an der Quelle) bis zu $D = 10^{-10}$ im Umgebungsfeld reichen. Für jeden Stoff lässt sich die für ihn gültige Dilution D_{zul} verfolgen. Mit einer einzigen Ausbreitungsrechnung kann man sich einen Überblick über die "weitreichende" Wirkung der einzelnen Stoffe verschaffen. Meistens findet man $D_{\text{zul-Geruch}} > D_{\text{zul-Ammoniak}} > D_{\text{zul-Staub}} > D_{\text{zul-Keime}} > D_{\text{zul-Bioaerosole}}$. Zurzeit kann man feststellen, dass Bioaerosole die höchste Quellenkonzentration C_0 aufweisen und aus Unsicherheitsgründen mit einer sehr niedrigen zulässigen Grenzkonzentration C_{zul} bedacht werden und somit auf eine sehr kleine Grenzdilution $D_{\text{zul-Bioaerosole}}$ führen. Das bedeutet, dass der einzuhaltende Mindestabstand zur Tierhaltung sehr groß wird. Angesichts einer solchen Betrachtungsweise stellt sich die Frage, wonach sich der einzuhaltende Mindestabstand zwischen Tierhaltung und schützenswerten Immissionsorten zu richten hat; hiernach ist der Zusammenhang klar: nach der Verdünnung der Bioaerosole. Damit wird aber die Frage nach der Verlässlichkeit der Daten aufgeworfen.

Hinsichtlich der in der Öffentlichkeit breit und kontrovers diskutierten Emissionen von Bioaerosolen liegen bislang weder Emissionsfaktoren noch umweltmedizinische Bewertungen vor. Allerdings sind Tierhaltungsanlagen wie Masthähnchenställe Quelle von Bioaerosolen. Beispielhafte Untersuchungen zeigen, dass die Emission an Bioaerosolen aus der Masthähnchenhaltung innerhalb der Mastperiode ansteigt und Frachten von bis $4,95 \cdot 10^8$ Kolonie bildende Einheiten je Großvieheinheit und Sekunde erreicht werden [9]. Unter einer Großvieheinheit wird eine Tiermasse von 500 kg verstanden.

Vereinfachende Datennutzung

Auf der Suche nach Parametern für Staub und Ammoniak hat man begonnen, bekannte Größen aus anderen Industriezweigen in die Landwirtschaft zu übernehmen. Dazu gehören die sog. Emissionsfaktoren. Sie geben auf die Tiermasse oder auf den Tierplatz bezogene spezifische Emissionsmassenströme wieder. In vielen Fällen liegen jedoch nur Konventionswerte vor [6]. Mit anderen Worten, man ist sich nicht sicher, ob die Daten überhaupt zutreffend sind. Das gilt insbesondere für freigelüftete Tierhaltungssysteme, die wie zwangsbelüftete behandelt werden. Dabei darf man allerdings nicht übersehen, dass die stallinternen Emissionen, die den Anfang in der Kausalitätskette über Transmission bis hin zur Immission setzen, entscheidend das Emissionsverhalten prägen. Es mag vielleicht zurzeit noch unerheblich sein, inwiefern mit hohem Energieaufwand Haltungs- und Lüftungsfehler mit ihren Stofffreisetzungen über nachgeschaltete Filter zu korrigieren sind. Als ultima ratio wird dieses Mittel letztlich immer dann einzusetzen sein, wenn sich auf der Haltungs- und Lüftungsseite der Geflügelhaltung kaum Verbesserungen abzeichnen.

Für die Emission von Gesamtstaub aus der Bodenhaltung von Masthähnchen liegen verschiedene Untersuchungsergebnisse vor [7 bis 8]. Während die VDI-Richtlinie einen Konventionswert von 30 Gramm je Tierplatz und Jahr (g/TP a) angibt, bewegen sich die Untersuchungsergebnisse zwischen 34 – 38 g/(TP a) [8] und 16 – 43 g/(TP a) [7]. Diese beispielhaft angeführten Daten zeigen, mit welchen Unsicherheiten bei der Interpretation von Emissionsfaktoren zu rechnen ist.

Einflussgrößen und Minderungsmaßnahmen

Bild 1 stellt das Ergebnis eigener Untersuchungen an einem Legehennenstall dar. Sie ergaben, dass der Volumenstrom nur einen geringen Zusammenhang mit den Ammoniakemissionen aus dem Stall aufweist. Tendenziell sanken die täglichen Ammoniakemissionen geringfügig mit steigenden Volumenströmen, was möglicherweise auf die schnellere Trocknung des Kotes zurückzuführen ist. Einen stärkeren Einfluss auf die Ammoniakemissionen weisen hingegen die Entmistungsintervalle auf [9], **Bild 2**.

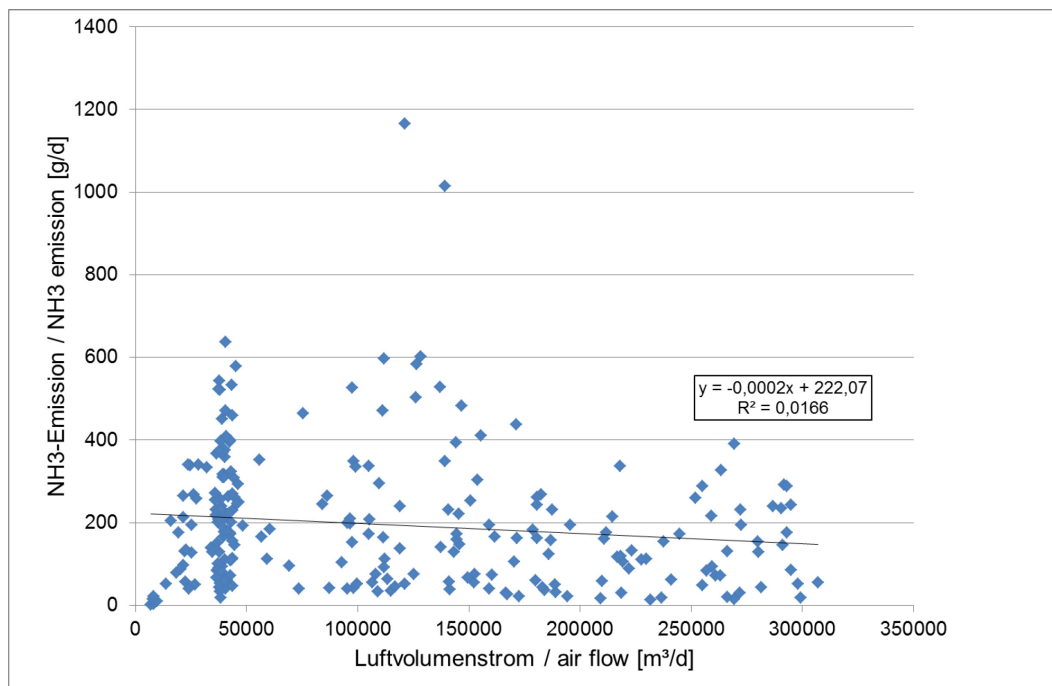


Bild 1: Zusammenhang zwischen Ammoniakemission und Luftvolumenstrom bei einer Legehennenhaltung mit Kotbandentmistung.

Figure 1: Correlation between ammonia emissions and air flow rate in a chicken house equipped with a dung removal belt.

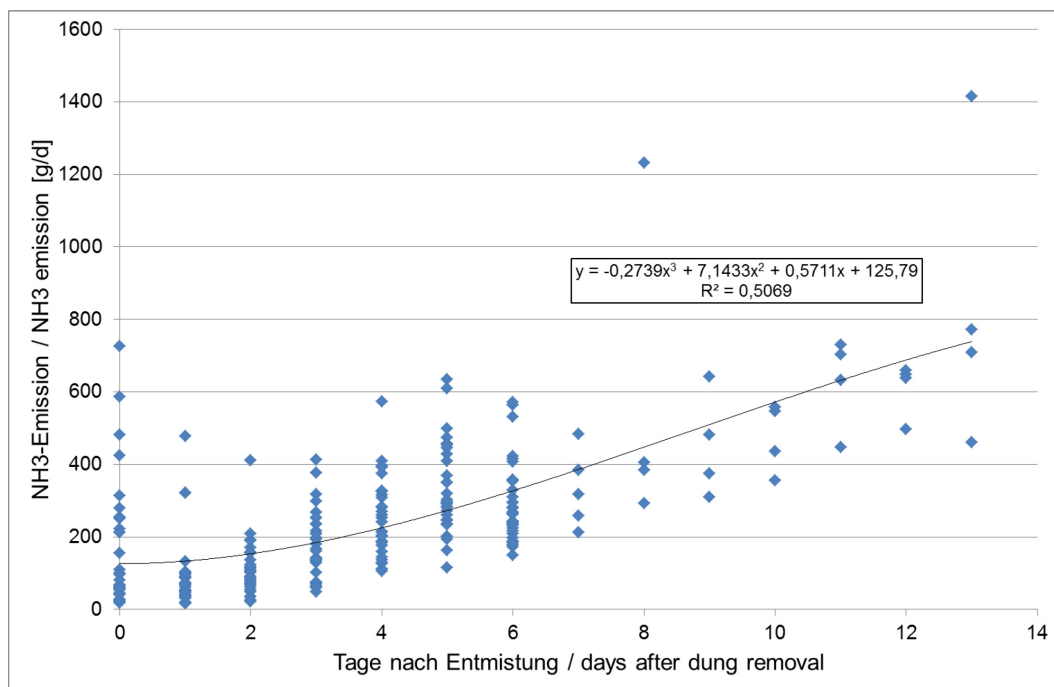


Bild 2: Zusammenhang zwischen Entmistungsintervall und Ammoniakemission in einer Legehennenhaltung mit Kotbandentmistung.

Figure 2: Correlation between dung removal interval and ammonia emission in a chicken house equipped with dung removal belt

Damit lässt sich sagen, dass die Verkürzung der Entmistungsintervalle eine wirksame Maßnahme zur Minderung von Ammoniakemissionen darstellt. Auf die Staubemissionen hat das Entmistungsintervall hingegen kaum Einfluss. Vielmehr werden die Staubemissionen bei dem betrachteten Haltungsverfahren maßgeblich durch den Volumenstrom und besondere Ereignisse wie Milbenbekämpfungsmaßnahmen mit Kieselgur-Produkten bestimmt.

Aufdeckung weitergehender physikalischer Zusammenhänge

Die Untersuchung eines physikalischen Phänomens erfordert im Allgemeinen die Messung oder Berechnung einer physikalischen Größe in Abhängigkeit von anderen physikalischen Größen. Mit Hilfe der sog. Dimensionsanalyse kann man in der Regel die Anzahl der Variablen reduzieren. Jede physikalische Beziehung lässt sich als mathematische Funktion zwischen dimensionslosen Produkten aus physikalischen Größen darstellen. Die wichtigsten Größen bei der Stallsimulation sind die Tiermasse M_T , das Stallvolumen V , der Volumenstrom \dot{V} , die Quellenkonzentration C_0 , die Luftwechselrate $N = \dot{V}/V$ und die Produktionsrate $K = k/V$. k gibt z.B. beim Ammoniak die Produktionsrate an, ausgedrückt durch das Produkt Emissionsfläche multipliziert mit der Austrittsgeschwindigkeit an Ammoniak.

Danach bestimmt sich der Emissionsmassenstrom eines Stoffes \dot{M} zu

$$\dot{M} = M_T \cdot N \cdot e^{A+BN/K}$$

Die Konstanten A und B hängen von der Stoffart und der Tierhaltung ab. Hier sind die Ergebnisse aus einer Vielzahl von Untersuchungen an Stallanlagen eingeflossen. Das Verhältnis N/K kann u.a. über das Konzentrationsverhältnis C am Auslass und Boden bestimmt werden.

$$\frac{N}{K} = \frac{C_0}{C_{\text{Boden}} - 1}$$

Diese Vorgehensweise ist u.a. im vorläufigen Endbericht zum Forschungsvorhaben über Geruchsemissionen und -immissionen aus der Tierhaltung - Beurteilungsgrundlagen und Ableitung von Emissionsminderungsmaßnahmen - September 2002 - an das seinerzeitige BMVEL dargelegt worden. Mit dem vorstehenden Ansatz wurde eine Modellvorstellung entwickelt, die beliebig erweitert und verfeinert werden kann. Sie kann für Zwangs- und freie Lüftungen gleichermaßen herangezogen werden. Sie wird als Emissionsmodell DEMAP bei Ausbreitungssimulation verwendet [10 bis 11]. Der Volumenstrom, der Frischluft durch den Stall führt, wird entweder vom Wind induziert oder durch mechanische Ventilation vorgegeben. In beiden Fällen bewirkt er ein turbulentes Stoffaustauschverhalten im Stall.

Zur Bestimmung des Massenstromes müssen pro Stall die Tiermasse M_T , der Volumenstrom \dot{V} als zeitabhängige Größe (d.h. hier in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit), das Stallvolumen V und die Produktionsrate K bekannt sein. Durch Integration des Ausdrucks für den Massenstrom über die Zeit eines Jahres lässt sich ein mittlerer Emissionsmassenstrom bestimmen. Nimmt man Bezug auf die Tiermasse, dann erhält man den schon zuvor erwähnten Emissionsfaktor.

Zusammenfassung

Einzelmessungen können bisweilen wohl zur Orientierung dienen, sie können aber auch der Anfang einer Serie von Messungen sein, die zu einer Beschreibung eines systemanalytischen Verhaltens einer Stallanlage führen. Aus dieser lässt sich belegen, welchen Einfluss bestimmte Maßnahmen haben. In dem hier aufgezeigten Beispiel sind das Wachstum der Tiere und das variable Emissionsverhalten im Bodenbereich abschnittsweise einzubeziehen.

Literatur

- [1] Umweltbundesamt: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Emissionsentwicklung 1990-2009 (Endstand 15.4.2011), www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm, Zugriff am 02.05.2012
- [2] Statistisches Bundesamt (2011): Fachserie 3, Reihe 4.2.3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Geflügel 2010, Wiesbaden
- [3] Statistisches Bundesamt: Pressemitteilung vom 23. Februar 2012 – 62/12: Legehennenbestand im Jahr 2011 deutlich gestiegen, http://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/02/PD12_062_413.html, Zugriff am 21.3.2012
- [4] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012): Zeitreihe Pro-Kopf-Verbrauch ausgewählter Nahrungsmittel seit 1935, www.bmelv-statistik.de, Zugriff am 21.3.2012
- [5] Dämmgen, U. et al. (2007): Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung, UFO-Plan-Vorhaben 206 43 200/01
- [6] VDI (Hrsg.): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen, Haltungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. VDI3984 Blatt 1, Düsseldorf 2011
- [7] Hinz, T.: Messung luftgetragener Partikel in und aus der Geflügelhaltung. Landtechnik 60 (2005), Heft 2, S. 100 - 101
- [8] Gärtner, A.; Gessner, A.: Ermittlung der Gesamtstaubemissionen und der Feinstaubanteile PM10 und PM2,5 aus Hähnchenmastanlagen. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 71 (2011), Nr. 9, S. 357 - 361
- [9] Gärtner, A.; Gessner, A.; Martin, E.; Jäkel, U.: Emissionsmessungen von Mikroorganismen aus Hähnchenmastanlagen. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 71 (2011), Nr. 9, S. 362 - 366
- [10] Krause, K.-H.; Hinz, T.; Linke, S.: Messung der Ammoniakemission und Bestimmung des Emissionsfaktors in der Tierproduktion. Teil 1: Legehennenstall als Beispiel eines zwangsgelüfteten Systems. Landtechnik 4, 2011, S. 337-341.
- [11] Krause, K.-H.; Hinz, T.; Linke, S.; Retz, S.: Messung der Ammoniakemission und Bestimmung des Emissionsfaktors in der Tierproduktion. Teil 2: Geplanter Boxenlaufstall als Beispiel eines frei gelüfteten Systems. Landtechnik 6, 2011, S. 473-476.
- [12] Krause, K.-H.; Linke, S.: Messung der Ammoniakemission und Bestimmung des Emissionsfaktors in Tierproduktion. Teil 3: Anwendung des Emissionsmodells DEMAP bei Ausbreitungsrechnungen in frei gelüfteten Ställen. Landtechnik 1, 2012, S. 73-76.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 23.10.2012

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hahne, Jochen; Krause, Karl-Heinz; Munack, Axel; Vorlop, Klaus-Dieter: Möglichkeiten zur Emissionsvermeidung und -verminderung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043472>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/107.html>